



中国高职院校计算机教育课程体系规划教材
丛书主编：谭浩强

计算机电子技术

齐建玲 主编 蒋立怀 毕亚军 副主编

计算机专业教育公共平台系列



COMPUTER ELECTRONIC TECHNOLOGY



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

中国高职院校计算机教育课程体系规划教材

计算机电子技术

齐建玲 主 编
蒋立怀 毕亚军 副主编



d117261

广西工学院鹿山学院图书馆



d117261

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内 容 简 介

本书是为了适应高职高专计算机专业电子电路教学改革和现代高等教育的发展需要而编写的。全书分为电路分析基础、模拟电子技术基础、数字电子技术基础三部分。本书涉及的知识面广,注重培养学生从事本专业工作所需要的基本素质和技能。

本书主要内容包括电路的基本概念及基本定律、电路的基本分析方法、电路的暂态分析、正弦交流电路、半导体器件、基本放大电路、集成运算放大器及其应用、直流稳压电源、数字电路基础、组合逻辑电路、时序逻辑电路、半导体存储器与可编程器件以及 A/D 与 D/A 转换器等。每章后有小结、自测题和习题,书后配有参考答案,方便学生学习和教师参考。

本书内容简明扼要,深入浅出,架构合理,逻辑性强,语言顺畅。适合作为高职高专计算机专业学生的教材,也可以作为高等教育自学教材。

图书在版编目(CIP)数据

计算机电子技术/齐建玲主编. —北京:中国铁道出版社, 2009. 3

(中国高职院校计算机教育课程体系规划教材)

ISBN 978-7-113-09854-4

I. 计… II. 齐… III. ①电子计算机—电子电路—高等学校:技术学校—教材②电子技术—高等学校:技术学校—教材 IV. TP331 TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 043303 号

书 名: 计算机电子技术
作 者: 齐建玲 主编

策划编辑: 秦绪好

责任编辑: 翟玉峰

编辑助理: 张国成

封面设计: 付 魏

版式设计: 郑少云

编辑部电话: (010)63583215

封面制作: 白 雪

责任印制: 李 佳

出版发行: 中国铁道出版社(北京市宣武区右安门西街 8 号 邮政编码:100054)

印 刷: 化学工业出版社印刷厂

版 次: 2009 年 8 月第 1 版 2009 年 8 月第 1 次印刷

开 本: 787mm × 1092mm 1/16 印张: 18.5 字数: 456 千

印 数: 5000 册

书 号: ISBN 978-7-113-09854-4/TP · 3192

定 价: 29.00 元

版权所有 侵权必究

本书封面贴有中国铁道出版社激光防伪标签,无标签者不得销售

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社计算机图书批销部调换。

中国高职院校计算机教育课程体系规划教材

主 任：谭浩强

副主任：严晓舟 丁桂芝

委 员：（按姓氏笔画排列）

方少卿	王学卿	安志远	安淑芝	宋 红
张 玲	杨 立	尚晓航	赵乃真	侯冬梅
聂 哲	徐人凤	高文胜	秦建中	秦绪好
熊发涯	樊月华	薛淑斌		

近年来,我国的高等职业教育发展迅速,高职学校的数量占全国高等院校数量的一半以上,高职学生的数量约占全国大学生数量的一半。高职教育已占了高等教育的半壁江山,成为高等教育中重要的组成部分。

大力发展高职教育是国民经济发展的迫切需要,是高等教育大众化的要求,是促进社会就业的有效措施,是国际上教育发展的趋势。

在数量迅速扩展的同时,必须切实提高高职教育的质量。高职教育的质量直接影响了全国高等教育的质量,如果高职教育的质量不高,就不能认为我国高等教育的质量是高的。

在研究高职计算机教育时,应当考虑以下几个问题:

(1) 首先要明确高职计算机教育的定位。不能用办本科计算机教育的办法去办高职计算机教育。高职教育与本科教育不同。在培养目标、教学理念、课程体系、教学内容、教材建设、教学方法等各方面,高职教育都与本科教育有很大的不同。

高等职业教育本质上是一种更直接面向市场、服务产业、促进就业的教育,是高等教育体系中与经济社会发展联系最密切的部分。高职教育培养的人才的类型与一般高校不同。职业教育的任务是给予学生从事某种生产工作需要的知识和态度的教育,使学生具有一定的职业能力。培养学生的职业能力,是职业教育的首要任务。

有人只看到高职与本科在层次上的区别,以为高职与本科相比,区别主要表现为高职的教学要求低,因此只要降低程度就能符合教学要求,这是一种误解。这种看法使得一些人在进行高职教育时,未能跳出学科教育的框框。

高职教育要以市场需求为目标,以服务为宗旨,以就业为导向,以能力为本位。应当下大力气脱开学科教育的模式,创造出完全不同于传统教育的新的教育类型。

(2) 学习内容不应以理论知识为主,而应以工作过程知识为主。理论教学要解决的问题是“是什么”和“为什么”,而职业教育要解决的问题是“怎么做”和“怎么做得更好”。

要构建以能力为本位的课程体系。高职教育中也需要有一定的理论教学,但不强调理论知识的系统性和完整性,而强调综合性和实用性。高职教材要体现实用性、科学性和易学性,高职教材也有系统性,但不是理论的系统性,而是应用角度的系统性。课程建设的指导原则“突出一个‘用’字”。教学方法要以实践为中心,实行产、学、研相结合,学习与工作相结合。

(3) 应该针对高职学生特点进行教学,采用新的教学三部曲,即“提出问题——解决问题——归纳分析”。提倡采用案例教学、项目教学、任务驱动等教学方法。

(4) 在研究高职计算机教育时,不能孤立地只考虑一门课怎么上,而要考虑整个课程体系,考虑整个专业的解决方案。即通过两年或三年的计算机教育,学生应该掌握什么能力?达到什么水平?各门课之间要分工配合,互相衔接。

(5) 全国高等院校计算机基础教育研究会于2007年发布了《中国高职院校计算机教育课程体系2007》(China Vocational-computing Curricula 2007,简称CVC 2007),这是我国第一个关于高职计算机教育的全面而系统的指导性文件,应当认真学习和大力推广。

(6) 教材要百花齐放,推陈出新。中国幅员辽阔,各地区、各校情况差别很大,不可能用一个方案、一套教材一统天下。应当针对不同的需要,编写出不同特点的教材。教材应在教学实践中接受检验,不断完善。

根据上述的指导思想,我们组织编写了这套“中国高职院校计算机教育课程体系规划教材”。它有以下特点:

(1) 本套丛书全面体现 CVC 2007 的思想和要求,按照职业岗位的培养目标设计课程体系。

(2) 本套丛书既包括高职计算机专业的教材,也包括高职非计算机专业的教材。对 IT 类的一些专业,提供了参考性整体解决方案,即提供该专业需要学习的主要课程的教材。它们是前后衔接,互相配合的。各校教师在选用本丛书的教材时,建议不仅注意某一课程的教材,还要全面了解该专业的整个课程体系,尽量选用同一系列的配套教材,以利于教学。

(3) 高职教育的重要特点是强化实践。应用能力是不能只靠在课堂听课获得的,必须通过大量的实践才能真正掌握。与传统的理论教材不同,本丛书中的教材是供实践教学用的,教师不必讲授(或作很扼要的介绍),要求学生按教材的要求,边看边上机实践,通过实践来实现教学要求。另外有的教材,除了主教材外,还提供了实训教材,把理论与实践紧密结合起来。

(4) 丛书既具有前瞻性,反映高职教改的新成果、新经验,又照顾到目前多数学校的实际情况。本套丛书提供了不同程度、不同特点的教材,各校可以根据自己的情况选用合适的教材,同时要积极向前看,逐步提高。

(5) 本丛书包括以下 8 个系列,每个系列包括若干门课程的教材:

① 非计算机专业计算机教材系列

② 计算机专业教育公共平台系列

③ 计算机应用技术系列

④ 计算机网络技术系列

⑤ 计算机多媒体技术系列

⑥ 计算机信息管理系统系列

⑦ 软件技术系列

⑧ 嵌入式计算机应用系列

以上教材经过专家论证,统一规划,分别编写,陆续出版。

(6) 丛书各教材的作者大多数是从从事高职计算机教育、具有丰富教学经验的优秀教师,此外还有一些本科应用型院校的老师,他们对高职教育有较深入的研究。相信由这个优秀的团队编写的教材会取得好的效果,受到大家的欢迎。

由于高职计算机教育发展迅速,新的经验层出不穷,我们会不断总结经验,及时修订和完善本系列教材。欢迎大家提出宝贵意见。

全国高等院校计算机基础教育研究会会长 谭佐强
“中国高职院校计算机教育课程体系规划教材”丛书主编

2008 年 8 月于北京清华园

本书是为了满足高职高专计算机专业学科建设及电工电子技术教学改革的需要,将计算机专业的三门基础课“电路分析基础”、“模拟电子技术”和“数字电子技术”进行科学整合而形成的《计算机电子技术》。教材对原有的教学内容进行了适当调整、压缩与优化,大大缩短了教学学时,既保证学生能掌握必要的基础知识,又不影响其他课程的教学,提高了教学效率。

本书内容选取突出全面性、先进性和实用性,涵盖了计算机专业所必需的电路和电子技术等基础知识。本书注重基本概念、基本原理、基本分析方法的介绍,语言描述力求概念清晰、条理清楚、层次分明、深入浅出,使学生既能掌握计算机电子技术的基础知识,又能培养其分析问题和解决问题的能力,为后续课程打下坚实的基础,以满足专业教学的需要。本书的作者是多年来从事电工电子技术教学的一线教师,具有丰富的教学经验。作者结合教学中存在的问题、易混淆的概念和学生易犯的错误,在书中以“注意”的形式列出,以引起读者重视。

本书结构上分为三部分,共13章。第一部分为电路分析基础部分,包括电路的基本概念及基本定律、电路的基本分析方法、电路的暂态分析和正弦交流电路等内容;第二部分为模拟电子技术基础部分,包括半导体器件、基本放大电路、集成运算放大器及其应用和直流稳压电源等内容;第三部分为数字电子技术基础部分,包括数字电路基础、组合逻辑电路、时序逻辑电路、半导体存储器与可编程器件以及A/D与D/A转换器等内容。每章的后面有本章小结、自测题和习题。本章小结对这一章的主要内容进行总结,自测题是为了帮助读者在学完每章内容之后对所学知识进行检查。书后配有参考答案,以便学生学习和教师参考。

本书由齐建玲担任主编,蒋立怀、毕亚军担任副主编。主要编写人员分工如下:第1、2、12、13章由齐建玲编写,第3、4章由蒋立怀编写,第5、6章由毕亚军编写,第7章、自测题和部分习题答案由韩军编写,第9、10章由王宏宇编写,第8、11章由闫晓金编写。此外,邓振杰、刘天博、王静、李新荣、郭铁柱、马光、叶昊、刘博涛、陈晓红等参与了绘图及答案整理工作。全书由齐建玲统稿。

衷心地希望读者能从本书中获得收益,全面掌握电工电子方面的基础知识。本书适合作为高职高专计算机专业学生教材,也可作为自学参考教材。由于编者水平有限,书中难免出现一些纰漏,敬请读者批评指正,以便日后不断改进。

编 者

2009年5月

目 录

第1章 电路的基本概念及基本定律	1
1.1 电路和电路模型	1
1.1.1 电路及其组成	1
1.1.2 电路模型	1
1.2 电路的基本物理量	2
1.2.1 电流	2
1.2.2 电压、电位和电动势	3
1.2.3 电功率与电能	6
1.3 电路元件	7
1.3.1 电阻、电感、电容元件	7
1.3.2 独立电源和受控源	8
1.4 电路的工作状态	11
1.4.1 有载工作状态	11
1.4.2 开路状态	11
1.4.3 短路状态	12
1.5 基尔霍夫定律	12
1.5.1 电路图的有关术语	12
1.5.2 基尔霍夫电流定律	13
1.5.3 基尔霍夫电压定律	14
本章小结	15
自测题1	16
习题1	17
第2章 电路的基本分析方法	20
2.1 电阻的串并联及其等效变换	20
2.1.1 电阻的串联	20
2.1.2 电阻的并联	21
2.1.3 电阻的Y形连接与△形连接的等效变换	22
2.2 电压源和电流源及其等效变换	23
2.2.1 电压源的串联等效	23
2.2.2 电流源的并联等效	24
2.2.3 电压源和电流源的等效变换	24
2.3 电路的基本分析方法	26
2.3.1 支路电流法	26
2.3.2 节点电压法	27
2.4 电路的基本定理	30
2.4.1 叠加原理	30
2.4.2 戴维南定理和诺顿定理	31
2.5 最大功率传输条件	33

本章小结	34
自测题 2	35
习题 2	37
第 3 章 电路的暂态分析	40
3.1 换路规则和初始值的确定	40
3.1.1 电路换路的概念与换路定理	40
3.1.2 初始值的确定	41
3.2 一阶电路的暂态响应	42
3.2.1 一阶电路的零输入响应	42
3.2.2 一阶电路的零状态响应	45
3.2.3 一阶电路的全响应	47
3.3 一阶电路暂态分析的三要素法	47
本章小结	49
自测题 3	50
习题 3	51
第 4 章 正弦交流电路	54
4.1 正弦交流电的表示方法	54
4.1.1 正弦交流电的三要素	54
4.1.2 正弦交流电量的有效值	56
4.1.3 正弦交流电的相量表示	57
4.1.4 KCL、KVL 的相量形式	59
4.2 单一参数正弦交流电路	60
4.2.1 电阻元件交流电路	60
4.2.2 电感元件交流电路	61
4.2.3 电容元件交流电路	61
4.3 正弦交流电路分析	62
4.3.1 阻抗的串联与并联	62
4.3.2 正弦交流电路的分析	65
4.3.3 正弦交流电路的相量分析法	67
4.4 电路的谐振	67
4.4.1 串联谐振	67
4.4.2 并联谐振	68
4.5 三相正弦电路	69
4.5.1 三相电源	69
4.5.2 三相电源的连接	70
4.5.3 对称三相电路计算	72
本章小结	76
自测题 4	77
习题 4	79
第 5 章 半导体器件	83
5.1 半导体基础知识	83
5.1.1 半导体	83

5.1.2	半导体的导电特性	84
5.1.3	PN 结	85
5.2	半导体二极管	86
5.2.1	二极管的基本结构	87
5.2.2	二极管的伏安特性及主要参数	87
5.2.3	二极管的检测	88
5.2.4	几种常用的特殊二极管	89
5.2.5	二极管的应用	90
5.3	半导体三极管	92
5.3.1	三极管的结构、类型和符号	92
5.3.2	三极管的电流分配与放大	92
5.3.3	三极管的特性曲线及主要参数	93
5.3.4	三极管的检测	95
5.4	场效应管	97
5.4.1	场效应管的特点及分类	97
5.4.2	结型场效应管	97
5.4.3	绝缘栅型场效应管	99
5.4.4	场效应管与晶体管的比较	101
	本章小结	102
	自测题 5	103
	习题 5	104
第 6 章	基本放大电路	106
6.1	共射极基本放大电路	106
6.1.1	放大的概念	106
6.1.2	共射极基本放大电路的组成与工作原理	106
6.1.3	共射极基本放大电路的分析方法	107
6.1.4	静态工作点的稳定	114
6.2	共集电极基本放大电路	116
6.2.1	共集电极放大电路的组成	116
6.2.2	共集电极放大电路的分析	116
6.3	场效应管放大电路	118
6.3.1	共源极放大电路	118
6.3.2	共漏极放大电路	119
6.4	多级放大电路	120
6.4.1	阻容耦合多级放大电路	120
6.4.2	直接耦合多级放大电路	121
6.5	差动放大电路	123
6.5.1	差动放大电路的组成	123
6.5.2	差动放大电路的分析	123
6.6	功率放大电路	125
6.6.1	概述	125
6.6.2	OCL 电路	126

6.6.3	OTL 电路	128
	本章小结	128
	自测题 6	129
	习题 6	131
第 7 章	集成运算放大器及其应用	134
7.1	放大电路中的负反馈	134
7.1.1	反馈的概念	134
7.1.2	反馈的基本类型及判别方法	135
7.1.3	负反馈对放大电路性能的影响	136
7.2	集成运算放大器简介	138
7.3	集成运算放大器的线性应用	141
7.3.1	比例运算电路	141
7.3.2	加减运算电路	142
7.3.3	积分运算电路和微分运算电路	144
7.4	集成运算放大器的非线性应用	145
7.5	正弦波振荡电路	147
7.5.1	正弦波振荡器的振荡条件	147
7.5.2	RC 串并联网络正弦波振荡电路	147
	本章小结	148
	自测题 7	149
	习题 7	151
第 8 章	直流稳压电源	154
8.1	直流稳压电源的组成	154
8.2	整流电路	155
8.2.1	单相半波整流电路	155
8.2.2	单相桥式整流电路	156
8.3	滤波电路	158
8.3.1	电容滤波电路	158
8.3.2	电感滤波电路	160
8.4	稳压电路	160
8.4.1	稳压管稳压电路	160
8.4.2	串联型稳压电路	161
8.4.3	集成稳压电路	162
	本章小结	164
	自测题 8	165
	习题 8	166
第 9 章	数字电路基础	168
9.1	数字电路概述	168
9.1.1	数字电路及特点	168
9.1.2	数制与编码	169
9.2	逻辑代数基础	172
9.2.1	逻辑代数中的基本运算	172

9.2.2	逻辑代数中的公式和定理	174
9.2.3	逻辑函数及其表示方法	176
9.2.4	逻辑函数的化简	179
9.3	逻辑门电路	185
9.3.1	二极管及三极管的开关特性	185
9.3.2	CMOS 门电路	186
9.3.3	TTL 门电路	189
	本章小结	191
	自测题 9	192
	习题 9	194
第 10 章	组合逻辑电路	196
10.1	组合逻辑电路的分析与设计	196
10.1.1	组合逻辑电路的分析	196
10.1.2	组合逻辑电路的设计	197
10.2	常用的中规模组合逻辑电路	198
10.2.1	编码器	198
10.2.2	译码器	201
10.2.3	数据选择器	205
10.2.4	加法器	207
10.2.5	数值比较器	208
	本章小结	209
	自测题 10	210
	习题 10	211
第 11 章	时序逻辑电路	213
11.1	触发器	213
11.1.1	触发器概述	213
11.1.2	RS 触发器	213
11.1.3	JK 触发器	218
11.1.4	其他类型的触发器	219
11.2	同步时序逻辑电路的分析	220
11.2.1	时序电路的特点及分类	220
11.2.2	同步时序电路的分析	221
11.3	常用的时序逻辑电路	223
11.3.1	寄存器	223
11.3.2	计数器	225
11.4	脉冲波形的产生	233
11.4.1	集成 555 定时器	233
11.4.2	用 555 定时器构成的施密特触发器	234
11.4.3	用 555 定时器构成单稳态触发器	235
11.4.4	用 555 定时器构成多谐振荡器	236
	本章小结	237
	自测题 11	238

习题 11	240
第 12 章 半导体存储器与可编程器件	243
12.1 半导体存储器	243
12.1.1 概述	243
12.1.2 只读存储器	244
12.1.3 随机存储器	246
12.1.4 存储器的扩展	247
12.2 可编程器件	248
12.2.1 概述	248
12.2.2 可编程逻辑器件的基本结构	248
12.2.3 可编程逻辑器件的编程技术	251
本章小结	253
自测题 12	254
习题 12	254
第 13 章 A/D 与 D/A 转换器	255
13.1 概述	255
13.2 D/A 转换器	256
13.2.1 D/A 转换器的构成	256
13.2.2 D/A 转换器的主要技术参数	260
13.3 A/D 转换器	260
13.3.1 A/D 转换器的构成	260
13.3.2 A/D 转换器的主要技术参数	265
本章小结	266
自测题 13	266
习题 13	267
附录 A 自测题和部分习题答案	268
参考文献	282

第1章

电路的基本概念及基本定律

学习目标

- 掌握电路与电路模型的概念
- 掌握电路的基本物理量定义和性质
- 掌握电路元件的性能及其表示方法
- 掌握电路的工作状态
- 掌握基尔霍夫基本定律及其应用

1.1 电路和电路模型

1.1.1 电路及其组成

1. 何谓电路 (circuit)

由电器件相互连接所构成的电流通路称为电路。现实生活中的电路种类繁多，但一般来说，电路的作用一是实现能量的传输和转换；二是实现信号的传递和处理。例如，照明电路电能通过导线传输给照明灯转换为光能；通信线路可以实现信号的传递和处理等。

2. 实际电路组成

图 1-1 是日常生活中的手电筒电路，这是一个最简单的实际电路。它由三部分组成：① 是提供电能的能源，简称电源；② 是用电器装置，统称其为负载，它将电能转换为其他形式的能量；③ 是连接电源与负载用于传输电能的金属导线，简称导线。

电源、负载、连接导线是任何实际电路都不可缺少的三个组成部分。

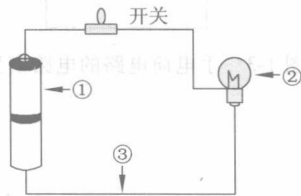


图 1-1 手电筒的实际电路图

1.1.2 电路模型

实际电路在运行过程中的表现相当复杂，例如制作一个电阻器是要利用它对电流呈现阻力的性质，然而当电流通过时还会产生磁场。要在数学上精确描述这些现象相当困难。为了用数学的方法从理论上判断电路的主要性能，必须对实际器件在一定条件下，忽略其次要性质，按其 main 性质加以理想化，从而得到一系列理想化元件。这种理想化的元件称为实际器件的“器件模型”。

1. 几种常见的理想化元件

理想电阻元件：只消耗电能，如电阻器、电灯、电炉等，可以用理想电阻来反映其消耗电能这一主要特征。

理想电容元件：只储存电能，如各种电容器，可以用理想电容来反映其储存电能的特征。

理想电感元件：只储存磁能，如各种电感线圈，可以用理想电感来反映其储存磁能的特征。

理想电源元件：只提供电能，如理想电压源、理想电流源等。

各种理想化元件的模型符号如图 1-2 所示。

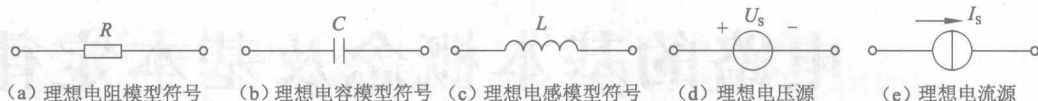


图 1-2 几种常见的理想化元件

2. 电路模型

将实际电路中各个器件用其模型符号表示，由若干理想化元件组成的电路，称为实际电路的电路模型图，常简称为电路图。

图 1-1 所示的手电筒电路的电路模型如图 1-3 所示。图中 U_s 是电压源，这里干电池的内阻忽略不计；S 表示开关；R 是电阻器件，表示小灯珠。

注 意



实际器件在不同的应用条件下，其模型可以有不同的形式。图 1-4 所示的电感器件，在不同电路中的模型形式不同。

不同的实际器件只要有相同的主要电气特性，在一定的条件下可用相同的模型表示。如灯泡、电炉等在低频电路中都可用理想电阻表示。

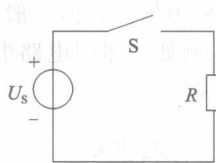


图 1-3 手电筒电路的电路模型

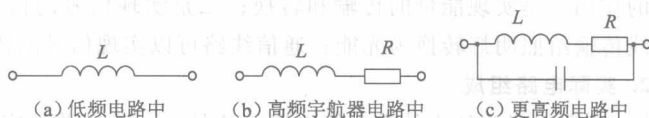


图 1-4 不同形式的电感模型

1.2 电路的基本物理量

为了定量地描述电路的性能，电路中引入一些物理量作为电路变量。这些物理量通常分为两类，即基本变量和复合变量。电流、电压由于易测量而常被选为基本变量；复合变量包括功率和能量等。这些物理量一般都是时间 t 的函数。

1.2.1 电流

1. 电流的形成

电荷的定向移动形成电流。

2. 电流的定义

为了表示电荷流动的强弱,引入了电流这个物理量,用符号 $i(t)$ 表示。电流的定义是:单位时间内通过导体横截面的电量。

$$i(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta q(t)}{\Delta t} = \frac{dq(t)}{dt} \quad (1-1)$$

式中: $dq(t)$ 为 dt 时间内通过导体横截面的电荷量,电荷的单位是库[仑](C)。若单位时间内通过导体横截面的电荷量为常数,则这种电流叫做恒定电流,简称直流电流,常用大写字母 I 表示。即

$$I = \frac{Q}{t} \quad (1-2)$$

在国际单位制中,电流的单位是安[培](A)。常用的还有千安(kA)、毫安(mA)、微安(μ A)等单位。

3. 电流的方向

电流不但有大小,而且有方向。通常情况下,把正电荷的运动方向规定为电流的实际方向。有时对复杂电路中某一段电路中电流的实际方向很难判定,甚至电流的实际方向还在不断改变,因此,在电路中很难标出电流的实际方向。为了解决这一问题,引入了参考方向这一概念。

任意假设的电流方向称为电流的参考方向。电流的方向用一个箭头表示。当选定的电流参考方向与实际方向一致时,电流为正值($i > 0$);当选定的电流参考方向与实际方向相反时,电流为负值($i < 0$),如图 1-5 所示。

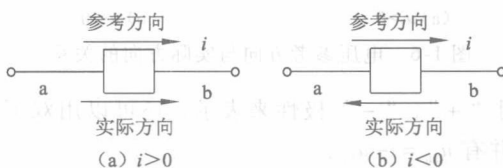


图 1-5 电流参考方向与实际方向的关系

在选定的参考方向下,根据电流的正负值就可以确定电流的实际方向。即如果求出的电流值为正,说明参考方向与实际方向一致,否则说明参考方向与实际方向相反。



注意

在假设参考方向时原则上可任意设定;但习惯上,凡是一眼就可看出电流方向的,将此方向为参考方向;对于看不出方向的,可任意设定。

今后,电路图上只标参考方向。电流的参考方向是任意指定的,一般用箭头在电路图中标出,也可以用双下标表示;如 i_{ab} 表示电流的参考方向是由 a 到 b。

—— 电流是个既具有大小又具有方向的代数量。在没有设定参考方向的情况下,讨论电流的正负毫无意义。

1.2.2 电压、电位和电动势

1. 电压

(1) 电压的定义

电路中,电场力将单位正电荷从某点 a 移到另一点 b 所做的功,称为 a、b 两点间的电压。

$$u_{ab}(t) = \frac{dW_{ab}(t)}{dq(t)} \quad (1-3)$$

式中, q 为由 a 点移到 b 点的电荷量, W_{ab} 为电场力移动电荷 q 所做的功, u_{ab} 为 a 、 b 两点间的电压的瞬时值。

在国际单位制中, 功 (能量) 的单位为焦 [耳] (J); 电荷的单位为库 [仑] (C); 电压的单位为伏 [特] (V), 也可为千伏 (kV)、毫伏 (mV)、微伏 (μ V)。

如果电压的大小和方向都不随时间变化, 则称这种电压为直流电压, 用大写字母 U 表示。即

$$U = \frac{W}{Q} \quad (1-4)$$

(2) 电压的极性 (方向)

电路中, 若正电荷从 a 点移到 b 点其能量减少, 电场力做正功, 电压的实际方向为从 a 到 b , a 为 “+” 极, b 为 “-” 极。

在分析电路时, 通常选定某一方向作为电压方向, 即电压的参考方向。若电压的参考方向与实际方向一致, 则电压为正值; 反之, 电压为负值, 如图 1-6 所示。

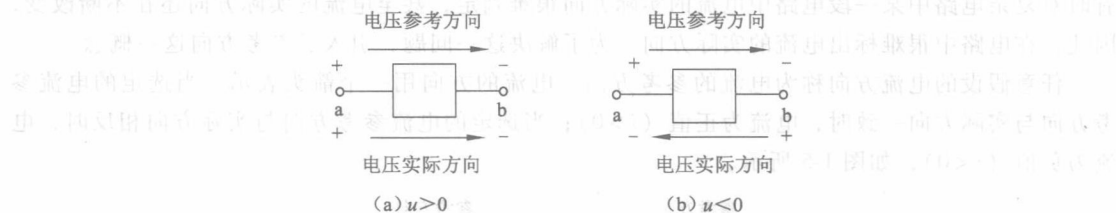


图 1-6 电压参考方向与实际方向的关系

电压的参考方向可以用 “+”、“-” 极性来表示, 还可以用双下标表示。图 1-6 中, 电压的参考方向可表示为 u_{ab} , 并有 $u_{ab} = -u_{ba}$ 。

电流和电压的参考方向可任意假定, 而且二者是相互独立的。若选取电流 i 的参考方向从电压 u 的 “+” 极经过元件 A 本身流向 “-” 极, 则称电压 u 与电流 i 对该元件取关联参考方向; 否则, 称 u 与 i 对 A 是非关联的, 如图 1-7 所示。

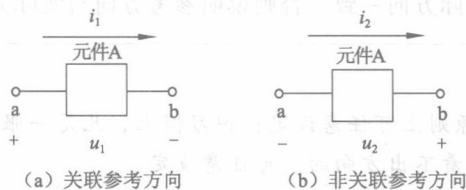


图 1-7 关联参考方向与非关联参考方向

注意

如果采用关联参考方向, 在标示时标出一种即可。如果采用非关联参考方向, 则必须全部标示。

今后, 电路图中只标电压的参考极性。在没有标参考极性的情况下, 讨论电压的正、负无意义。

2. 电位

在进行电路分析与计算时, 经常要研究电路中各点电位的高低。电位是度量电路中各点所具有的电位能大小的物理量, 是一个相对的概念, 它必须是相对某个特定参考点而言的。电位